

FACE PICTURE COLLATION DEVICE

Patent Number: JP5020442
Publication date: 1993-01-29
Inventor(s): AKAMATSU SHIGERU; others: 02
Applicant(s): NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
Requested Patent: ■ JP5020442
Application Number: JP19910176570 19910717
Priority Number(s):
IPC Classification: G06F15/62; G06F15/70
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE:To more easily identify an individual with a robust face by obtaining a specified orthogonal base picture group optimum for describing a pattern by means of KL-developing a sample set in the space frequency area of the face pictures of multiple persons and developing an input pattern through the use of the group.

CONSTITUTION:A normal pattern which is obtained in a position normalization processing means 5 and which is transmitted to a characteristic extraction means 6 is inputted to a normalization pattern memory 61. A Fourier spectrum conversion part 62 applies discrete Fourier conversion DFT. A distribution in the space frequency area of the Fourier spectrum is outputted to a Fourier spectrum pattern memory 63. A differential pattern calculation part 64 takes a difference with an average pattern stored in an average pattern file 65 and the result is stored in a differential pattern memory 66. Then, a development coefficient calculation part 67 calculates a development coefficient with the differential pattern obtained in the differential pattern memory 66 and plural samples which are previously calculated by a learning sample and which are prepared in the normalized orthogonal base picture file group 68.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-20442

(43) 公開日 平成5年 (1993) 1月29日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/62	4 6 5 A	9071-5L		
15/70	4 6 0 Z	9071-5L		

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 6 頁)

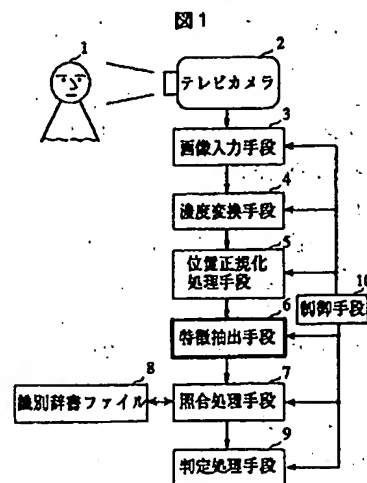
(21) 出願番号	特願平3-176570	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号
(22) 出願日	平成3年 (1991) 7月17日	(72) 発明者	赤松 茂 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
		(72) 発明者	佐々木 務 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
		(72) 発明者	末永 康仁 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 秋田 収喜

(54) 【発明の名称】 顔画像照合装置

(57) 【要約】

【目的】 ロバストな顔の個人識別を実現することを可能にする。

【構成】 画像入力手段、濃度変換手段、位置正規化処理手段、正規化された顔画像から照合の際に必要な特徴パターンを抽出する処理を行なう特徴抽出手段、照合処理手段、判定処理手段、及び制御手段を具備し、個人識別を実現する顔画像照合装置であって、前記特徴抽出手段は、正規化された入力顔画像に空間周波数領域でのフーリエスペクトルパタンの強度分布を求めるフーリエスペクトルパタンとの差分を求める差分パタン算出部6 4と、学習サンプルとして用意した顔画像のフーリエスペクトルパタンの集合に対してあらかじめKL展開を適用することによって用意された複数の正規直交基底画像と入力画像の該差分パタンとでそれぞれベクトル内積計算を行ない、それらの結果を特徴ベクトルの各成分として出力する展開係数算出部6 7とで構成されることを特徴とする顔画像照合装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象人物の顔画像の入力処理を行なう画像入力手段、入力顔画像の輝度補正などの濃淡処理を行なう濃度変換手段、入力された顔画像の位置・大きさに関する正規化を行なう位置正規化処理手段、正規化された顔画像から照合の際に必要な特徴パターンを抽出する処理を行なう特徴抽出手段、入力顔画像から抽出された特徴パターンを登録された各人物の顔画像についてあらかじめ用意した標準パターンと照合する照合処理手段、登録された人物の標準パターンを格納した識別辞書ファイル、照合の結果から個人識別の判定を行なう判定処理手段、及び各処理手段を連絡して制御する制御手段を具備し、対象人物の顔画像を登録人物の顔画像と照合することによって個人識別を実現する顔画像照合装置であって、前記特徴抽出手段は、正規化された入力顔画像に離散フーリエ変換を適用して空間周波数領域でのフーリエスペクトルパターンの強度分布を求めるフーリエスペクトル変換部と、該入力顔画像のフーリエスペクトルパターンとあらかじめ用意された平均パターンとの差分を求める差分パターン算出部と、学習サンプルとして用意した顔画像のフーリエスペクトルパターンの集合に対してあらかじめKL展開を適用することによって用意された複数の正規直交基底画像と入力画像の該差分パターンとでそれぞれベクトル内積計算を行ない、それらの結果を特徴ベクトルの各成分として出力する展開係数算出部とで構成されることを特徴とする顔画像照合装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ほぼ正面から入力された顔画像を、あらかじめ登録された特定人物の顔画像の標準パターンと照合することによって、同一の人物か否かを判定する本人確認、あるいは、登録された複数人物の標準パターンの中からもっとも入力顔画像に類似している人物を選択する人物検索などの個人識別機能を実現する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 正面顔画像によって個人識別を行なう方法に関する研究の歴史は古い（文献〔1〕南、"顔の識別技術"、計測制御、Vol.25、No.8、1986）が、最近では画像の濃淡分布を特徴としてそのマッチングを行なうという比較的シンプルな手法が再評価されてきている

（文献〔2〕M. Turk and A. Pentland, "Face recognition without features", IAPR Workshop on Machine Vision Applications, (1990)）、（文献

〔3〕小杉、"ニューラルネットを用いた顔画像識別の一検討"、TV学会技術報告、Vol.14、No.50、(1990-9)）。これは、濃淡画像から対象の線の形状を表現する特徴を安定に抽出することは、画像処理技術として困難な課題であること、また、そのような線的な形状特徴によって顔の微妙な差異をはたしてどこまで表現できる

のかが疑問と考えられること等の理由によるものである。

【0003】 パターの空間的な濃淡分布を数学的に表現した特徴ベクトルについては、パターン認識の一般論としても指摘されているように、以下の3つの条件を満足することが要求される。

(1) 異なるクラス（人物）間ではパターの差異を強調できる

(2) 同一クラス（人物）内のパターの変動はできるだけ吸収できる

(3) 特徴ベクトルの次元数が圧縮できる

一方、パターの空間的な分布を表した特徴ベクトルのマッチングによって識別を行なう場合には、前処理によってパターの位置や大きさをあらかじめ正規化しておく必要がある。顔画像に対する正規化の方法としては、入力顔画像に対する領域分割処理によって目や唇などの顔の造作の位置を検出し、これを基準点とするアフィン変換を施すことによって、マッチング対象とする画像領域を自動的に切り出す方法（特願平2-219675）などがある。このように正規化の基準点を画像処理によって自動抽出する場合には、たとえば照明等の環境条件により抽出される基準点の位置が変動することは避けられない。従って上記の要求条件（2）に関しては、このようなマッチング対象画像の位置ずれの変動に対しても、できるだけ影響を受けにくい性質をもつ特徴であることが望ましい。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、顔画像の濃淡情報のマッチングによる識別を行なう従来方法では、このようなパターの自動抽出処理に伴うパターの位置ずれ変動の存在を考慮すると、必ずしも最良の特徴抽出法を用いているとはいえない。たとえば前記文献〔2〕の例では、多数の顔画像の標本をKL展開して求めた複数の正規直交基底画像を用いて入力顔画像を展開することで得られる展開係数を成分とする識別用特徴ベクトルを提案している。KL展開を用いていることにより要求条件の（1）（3）には応えるものとなっているが、位置ずれなどによる入力パターの変動に対しては影響を受けやすいという問題があった。

【0005】 また、前記文献〔3〕の例では、顔画像をモザイク化した濃淡パターンを特徴ベクトルとして、これを用いてあらかじめ学習を行なったニューラルネットによる識別を行なっている。濃淡パターのモザイク化による特徴抽出は要求条件（2）（3）に応える方策として有効と思われるが、条件（1）の観点からも最適な選択であるかについては不明であった。

【0006】 したがって、これらの特徴を用いた従来の識別の方法では、基準点位置の自動抽出に伴う正規化パターの位置ずれ変動に対して、識別安定性の低下が大きいという問題があった。

【0007】本発明の目的は、従来の顔画像識別で用いられていた特徴ベクトルに関する上記の問題点を克服して、顔の正規化基準点の位置ずれによるパタンの変動による影響が少なく、また、異なる人物の顔パタンの差異をより低次元の特徴ベクトルによって表現できるような特徴の抽出を行なうことにより、ロバストな顔の個人識別を実現することが可能な技術を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するため、本発明は、対象人物の顔画像の入力処理を行なう画像入力手段、入力顔画像の輝度補正などの濃淡処理を行なう濃度変換手段、入力された顔画像の位置・大きさに関する正規化を行なう位置正規化処理手段、正規化された顔画像から照合の際に必要な特徴パタンを抽出する処理を行なう特徴抽出手段、入力顔画像から抽出された特徴パタンを登録された各人物の顔画像についてあらかじめ用意した標準パタンと照合する照合処理手段、登録された人物の標準パタンを格納した識別辞書ファイル、照合の結果から個人識別の判定を行なう判定処理手段、及び各処理手段を連絡して制御する制御手段を具備し、対象人物の顔画像を登録人物の顔画像と照合することによって個人識別を実現する顔画像照合装置であって、前記特徴抽出手段は、正規化された入力顔画像に離散フーリエ変換を適用して空間周波数領域でのフーリエスペクトルパタンの強度分布を求めるフーリエスペクトルパタンとの差分を求める差分パタン算出部と、学習サンプルとして用意した顔画像のフーリエスペクトルパタンの集合に対してあらかじめKL展開を適用することによって用意された複数の正規直交基底画像と入力画像の該差分パタンとでそれぞれベクトル内積計算を行ない、それらの結果を特徴ベクトルの各成分として出力する展開係数算出部とで構成されることを最も主要な特徴とする。

【0009】

【作用】前述の手段によれば、あらかじめ多数の顔画像をフーリエスペクトルパタンに変換した標本をKL展開して正規直交基底画像を求めておくことにより、対象人物の入力顔画像のフーリエスペクトルパタンを該正規直交基底画像を用いて展開して得られる展開係数を成分とした特徴ベクトルが求められる。これにより、前記文献〔2〕の例と同様にして、KL展開を用いることによって異なるクラス間のパタンの差異を低次元に圧縮された特徴ベクトルで効率的に表現できることに加えて、フーリエスペクトルパタンは、原パタンの平行移動に対して不変であるというよく知られている性質によって、同一クラス内での位置ずれなどによるパタン変動に対して、影響を受けにくい特徴ベクトルが得られるという利点がある。これにより該特徴ベクトルを用いて顔画像による個人識別を行なえば、入力条件によって影響されるパタンの位置ずれ変動に対して、よりロバストな識別が可能となる。

【0010】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を用いて具体的に説明する。なお、実施例を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

【0011】図1は、本発明による顔画像照合装置の一実施例の概略構成を示すブロック図であり、図2は、図1の特徴抽出手段の機能システムの構成を示すブロック図である。

10 【0012】図1において、1は識別を行なおうとする人物、2はテレビカメラ、3は画像入力手段、4は濃度変換手段、5は位置正規化処理手段、6は特徴抽出手段、7は照合処理手段、8は識別辞書ファイル、9は判定処理手段、10は全体の処理の進行を管理する制御手段である。なお、ここで、画像入力手段3より制御手段10までの各手段は、同一計算機内に構築することも可能な構成要素である。

20 【0013】前記の特徴抽出手段6は、図2に示すように、特徴抽出処理制御部60、正規化パタンメモリ61、フーリエスペクトル変換部62、フーリエスペクトルパタンメモリ63、差分パタン算出部64、平均パタンファイル65、差分パタンメモリ66、展開係数算出部67、正規直交基底画像ファイル群68、特徴ベクトルメモリ69で構成されている。

【0014】次に、本実施例の顔画像照合装置の動作を説明する。図1のテレビカメラ2によって識別対象人物1の正面顔を撮影する。撮影される画像は、以後の処理に要請に応じて、モノクロ画像あるいはカラー画像等に決定される。

30 【0015】画像入力手段3では、テレビカメラ2から送られてくる画像信号を以後の処理にあった形式のデジタル画像データに変換し、これを濃度変換手段4に送る。濃度変換手段4でこの顔画像に対して輝度値の補正（照度値の正規化）などの濃度変換処理を施した後に、位置正規化処理手段5では、画像中から照合の対象となる顔パタンの位置、傾き、及び大きさの正規化を行ない、照合処理の対象となる顔の正規化パタンを切り出して特徴抽出手段6へと転送する。ここで位置正規化処理手段5の構成としては、〔特願平2-219675〕に示されている実施例を用いることができる。これによれば、図3に一例を示すように、入力された顔画像50から抽出された左右の目と唇に対応する3領域の代表点51、52、53を基準点とするアフィン変換によって照合領域54の位置決めを行ない、この領域内の画像の濃淡値を予め定められた数の格子点で標準化することによって、特徴抽出処理の対象となる正規化パタンが得られる。

50 【0016】特徴抽出手段6では、位置正規化処理手段5から送られる顔の正規化パタンに対して、照合時に標準パタンとの照合を行なう特徴パタンを抽出する。

【0017】ここでの処理は、図2に沿って説明する。まず、位置正規化処理手段5で得られて特徴抽出手段6に送られてきた正規化パタンは、正規化パタンメモリ61に入力される。次に、フーリエスペクトル変換部62は、前記の正規化パタンメモリ61から読み出された正規化パタンについて、離散濃淡画像に対する線形変換処理としてよく知られている離散フーリエ変換DFTを適用し、各空間周波数における離散的フーリエ変換値を求め、その実部、虚部からなる複素数値の強度に相当するフーリエスペクトルの空間周波数領域での分布をフーリエスペクトルパタンメモリ63に出力する。なお、離散画像データの離散フーリエ変換処理によってフーリエスペクトルを求める上記処理の具体的な計算方法については、(文献[4] Rosenfeld & Kak "デジタル画像処理" 長尾 真監訳 近代科学社 pp.20-26) に代表されるデジタル画像処理に関する多くの文献の中で詳しく説明されているので、ここでは省略する。

【0018】次に、差分パタン算出部64は、フーリエスペクトルパタンメモリ63に得られている入力顔画像に対するフーリススペクトルパタンと、あらかじめ多数の顔画像の学習サンプルについて空間周波数領域でのフーリエスペクトルパタンの平均を平均パタンファイル65に格納していた平均パタンとの間の差分をとり、その結果を差分パタンメモリ66に格納する。

【0019】次に、展開係数算出部67は、差分パタンメモリ66に得られた差分パタンと、あらかじめ学習サ

$$\mu = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M X_m$$

【0024】一方、正規直交基底画像ファイル群68に用意されたL個の正規直交基底画像は、それぞれN×Nの配列で与えられる画像データであるが、これを同様にN×N次元のベクトル U_k ($k=1, 2, \dots, L$) で表すことにする。ここで、特徴ベクトルメモリ69上の第

$$y_k = (X_m - \mu)^T U_k \quad (k=1, 2, \dots, L)$$

【0026】なお、正規直交基底画像ファイル群68に用意するL個の正規直交基底画像は、M名の人物の学習サンプルとして用意された顔画像の正規化パタンをそれぞれフーリエ変換したフーリエスペクトルパタンの標本集合 $\{X_m\}$ ($m=1, 2, \dots, M$) をKL展開することによって求められる。そのN×N次元ベクトル表現で

$$R = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M (X_m - \mu)(X_m - \mu)^T$$

【0028】

$$R U_k = \lambda_k U_k$$

【0029】

$$U_k^T U_k = 1$$

ンプルによって計算され正規直交基底画像ファイル群68に用意された複数個(これをL個とする)の正規直交基底画像の各々との間で、画像ベクトル同士の内積演算を行なって展開係数を計算する。L個の正規直交基底画像との演算で得られたL個の展開係数を特徴ベクトルメモリ69の対応するアドレスに格納する。この結果、特徴ベクトルメモリ69に得られるL個の実数列を次元数Lの特徴ベクトルとみなして、照合処理手段7に出力する。

【0020】以上で説明した、差分パタン算出部64と展開係数算出部67における処理を数学的に表現すると以下ようになる。

【0021】入力顔画像の正規化パタンを離散フーリエ変換DFTにより、空間周波数面上に変換して得られるフーリエスペクトルパタンがN×Nの配列として与えられる時、この要素を1列に並べて成分数N×Nのベクトルとして表現したものをXとする。

【0022】平均パタンファイル65で与えられる平均パタンは、M名の人物の学習サンプルとして用意された顔画像の正規化パタンをそれぞれフーリエ変換したフーリエスペクトルパタンを平均化したもので、N×N次元ベクトル X_m ($m=1, 2, \dots, M$) で表された各サンプルのフーリエスペクトルパタンから次の(1)式で計算される平均ベクトル μ で表される。

【0023】

【数1】

(1)

k番目に格納される展開係数の値を y_k とする時、 y_k は以下の(2)式に示すN×N次元ベクトル同士の内積として求められる。添字Tはベクトルの転置をあらわす。

【0025】

【数2】

(2)

ある U_k は、次の(3)式によって定義される $\{X_m\}$ の標本共分散行列Rに対して、(4)・(5)式を満足し、大きさの順に上位L個を選んだ固有値 λ_k に対応して求められる固有ベクトル U_1, U_2, \dots, U_L である。

【0027】

【数3】

(3)

【数4】

(4)

【数5】

(5)

【0030】なお、 $\{X_m\}$ の次元数は $N \times N$ であり、ここで正規化パタンのサイズを 128×128 と想定すると $N=128$ となり、 $(N \times N) \times (N \times N)$ の巨大な行列 R について固有値問題を直接解くことは困難となる。しかし、一般に、標本数 $M < \text{特徴次元 } N^2$ が成り立つので、 R は特異行列となり、その正の固有値は高々 M 個で、残りは0となる。この場合、特異値分解を用いることで固有ベクトルの計算が簡略化されることが知られている(文献〔5〕Oja "パターン認識と部分空間法" 小川、佐藤訳 産業図書 pp.25-34)。

【0031】以上に述べた計算手順については、前記文献〔2〕において、 $\{X\}$ 、 $\{X_m\}$ をそれぞれ識別対象人物ならびに学習サンプルに対して撮影された顔画像データそのものとした場合について用いられているKL展開の計算手順をそのまま適用することができるので、より詳細な説明は省略する。

【0032】次に、あらかじめ識別対象人物の標準的な顔画像について以上に述べた画像入力手段3から特徴抽出手段6までと、同等の処理を行なって求めた標準パターンを識別辞書ファイル8に用意しておき、照合処理手段7では、該識別対象人物1について特徴抽出手段6によって求めた特徴パターンと、識別辞書ファイル8に登録された各人物の標準パターンとの間に類似性尺度を数値化する。具体的には、文献〔2〕における特徴ベクトルの最小距離識別の例に代表される統計的識別関数による方法、あるいは前記文献〔3〕のようにニューラルネットによる学習を応用する方法などが、本照合処理手段7における処理に含まれる。

【0033】判定処理手段9では、前記照合処理手段7で計算された入力パターンと各識別対象人物の標準パターンとの間の類似性尺度のデータ群に対して、実現しようとする識別機能の形態に即して、適当な値によるいき値処理などによる判定処理を行ない、その結果得られる個人識別の結果を出力する。

【0034】以上、本発明を実施例にもとづき具体的に説明したが、本発明は、前記実施例に限定されるもので

はなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは言うまでもない。

【0035】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明によれば、顔画像の正規化パターンを原パタンの平行移動に対して不変な性質をもつフーリエスペクトルパターンにすべて一旦変換した後に、多数人物の顔画像のこの空間周波数領域での標本集合をKL展開することでパターンを記述するのに最適な正規直交基底画像群を求め、これを用いて
10 入力パターンを展開することにより、展開係数を成分とする特徴ベクトルが得られることになる。この方法によって、顔の切り出しにおける正規化基準点の位置ずれによるパターン変動の影響が少なく、かつ、異なる人物の顔パタンの差異をより低い次元の特徴ベクトルとして表現し得る特徴抽出が可能となり、該特徴を用いて識別系を設計すれば、ロバストな顔の個人識別をより容易に実現することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の顔画像照合装置の一実施例の概略構成を示すブロック図、
20

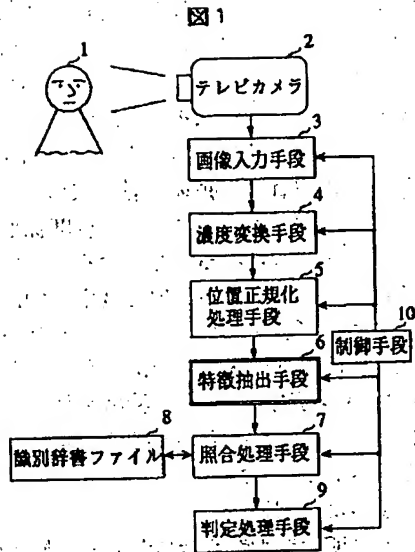
【図2】図1の特徴抽出手段の機能システムの構成を示すブロック図、

【図3】図1の位置正規化処理手段の機能により、特徴抽出手段の処理対象となる正規化パターンを顔画像から切り出す方法の一例を示す図。

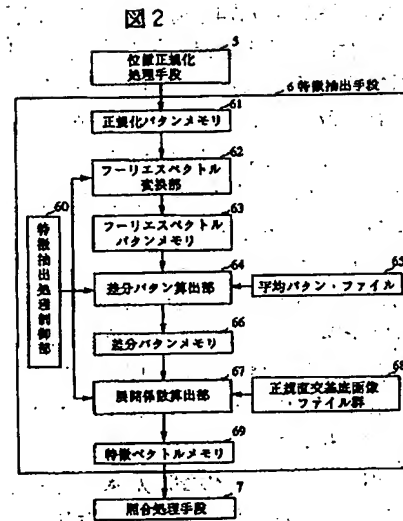
【符号の説明】

1…対象人物、2…テレビカメラ、3…画像入力手段、
4…濃度変換手段、5…位置正規化処理手段、6…特徴抽出手段、7…照合処理手段、8…識別辞書ファイル、
30 9…判定処理手段、10…制御手段、60…特徴抽出処理制御部、61…正規化パターンメモリ、62…フーリエスペクトル変換部、63…フーリエスペクトルパターンメモリ、64…差分パターン算出部、65…平均パターンファイル、66…差分パターンメモリ、67…展開係数算出部、68…正規直交基底画像ファイル群、69…特徴ベクトルメモリ。

【図1】



【図2】



【図3】

